

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

17497 U.S. PTO
10/772968
020504

(11) Publication number : 11-196572

(43) Date of publication of application : 21.07.1999

(51) Int.Cl.

H02M 3/28

H02M 7/21

(21) Application number : 09-332820

(71) Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22) Date of filing : 03.12.1997

(72) Inventor : IGARASHI MASATERU
SUZUKI AKIO

(30) Priority

Priority number : 09224891 Priority date : 21.08.1997 Priority country : JP

09269448 02.10.1997 JP

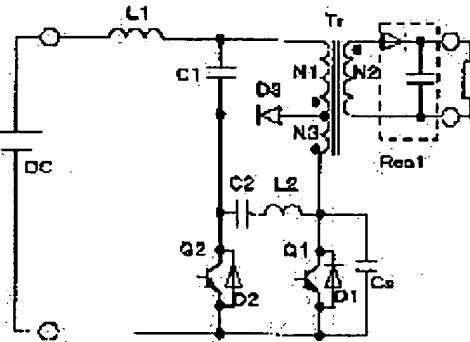
09304006 06.11.1997 JP

(54) SWITCHING POWER SUPPLY DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To practice switching with a predetermined arbitrary frequency while soft switching is practiced.

SOLUTION: An input reactor L1; a tertiary winding N3 of a transformer Tr connected in series to a primary winding N1; a main switch Q1 connected in series to the tertiary winding N3; a diode D1 connected in reverse-parallel to the main switch Q1; a snubber capacitor Cs connected in parallel to the main switch Q1; a series circuit which consists of a resonance capacitor C2, a resonance reactor L2, and an auxiliary switch Q2, and through which the snubber capacitor Cs is discharged; a diode D3 connected between the junction of the winding N1 and the winding N3 and the auxiliary switch Q2; and a capacitor C1 connected in parallel to the winding N3 through the diode D3; are provided. By generating resonance at a arbitrary time with the switching of the auxiliary switch Q2, the soft switching of the switches Q1 and Q2 can be practiced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.01.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.01.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3303753

[Date of registration] 10.05.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2002-02774

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 19.02.2002

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-196572

(43)公開日 平成11年(1999)7月21日

(51)Int.Cl.⁶
H 02 M 3/28

7/21

識別記号

F I
H 02 M 3/28
7/21

H
S
Z

審査請求 有 請求項の数17 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平9-332820

(22)出願日 平成9年(1997)12月3日

(31)優先権主張番号 特願平9-224891

(32)優先日 平9(1997)8月21日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(31)優先権主張番号 特願平9-269448

(32)優先日 平9(1997)10月2日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(31)優先権主張番号 特願平9-304006

(32)優先日 平9(1997)11月6日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 五十嵐 征輝

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72)発明者 鈴木 明夫

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

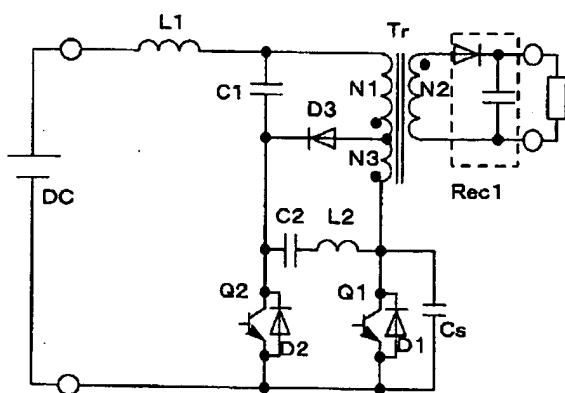
(74)代理人 弁理士 松崎 清

(54)【発明の名称】スイッチング電源装置

(57)【要約】

【課題】ソフトスイッチングを行ないつつ、設定した任意の周波数でスイッチングできるようにする。

【解決手段】入力リアクトルL1と、トランジストTrの一次巻線N1に直列に接続された三次巻線N3と、この巻線N3に直列に接続された主スイッチQ1と、このQ1に逆並列接続されたダイオードD1と、Q1に並列に接続されたスナバコンデンサC_sと、その放電を行なうための共振コンデンサC2、共振リアクトルL2および補助スイッチQ2の直列回路と、巻線N1と巻線N3との接続点とQ2間に接続されたダイオードD3と、このD3を介して巻線N1に並列接続されたコンデンサC1とから構成し、Q2のスイッチングにより任意の時点で共振を発生させることで、Q1、Q2のソフトスイッチングを可能とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一次巻線と二次巻線を有し直流電源間に接続されるトランスの二次巻線に整流・平滑回路を接続してなるスイッチング電源装置において、
入力リアクトルと、前記トランスの一次巻線に直列に接続された三次巻線と、この三次巻線に直列に接続された主半導体スイッチと、この主半導体スイッチと逆並列に接続された第1のダイオードと、主半導体スイッチに並列に接続されたスナバコンデンサと、このスナバコンデンサの電荷を放電をするための共振コンデンサ、共振リアクトルおよび補助半導体スイッチの直列回路と、この補助半導体スイッチに逆並列に接続された第2のダイオードと、前記一次巻線と三次巻線との接続点と前記補助半導体スイッチ間に接続された第3のダイオードと、この第3のダイオードを介して一次巻線に並列に接続されたコンデンサとからなることを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項2】 前記共振コンデンサ、共振リアクトルおよび補助半導体スイッチの直列回路に代えて、共振リアクトルと補助半導体スイッチの直列回路を用いることを特徴とする請求項1に記載のスイッチング電源装置。

【請求項3】 前記トランス三次巻線に代えて、リアクトルを用いることを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

【請求項4】 前記第3のダイオードを省略することを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

【請求項5】 一次巻線と二次巻線を有し直流電源間に接続されるトランスの二次巻線に整流・平滑回路を接続してなるスイッチング電源装置において、
入力リアクトルと、前記トランスの一次巻線に直列に接続された主半導体スイッチと、この主半導体スイッチと逆並列に接続された第1のダイオードと、主半導体スイッチに並列に接続されたスナバコンデンサと、このスナバコンデンサの電荷を放電をするための共振コンデンサ、共振リアクトルおよび補助半導体スイッチの直列回路と、この補助半導体スイッチに逆並列に接続された第2のダイオードとからなることを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項6】 前記入力リアクトルに代えて、新たに設けるトランス四次巻線を入力リアクトルとして使用することを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

【請求項7】 一次巻線と二次巻線を有し直流電源間に接続されるトランスの二次巻線に整流・平滑回路を接続してなるスイッチング電源装置において、
入力リアクトルと、前記トランスの一次巻線に直列に接続された主半導体スイッチと、この主半導体スイッチと逆並列に接続された第1のダイオードと、前記トランスの一次巻線と主半導体スイッチとの直列回路に並列に接

続されたコンデンサと補助半導体スイッチとの直列回路と、この補助半導体スイッチと逆並列に接続された第2のダイオードと、前記トランスの一次巻線と主半導体スイッチの接続点と前記補助半導体スイッチとの間に接続された第3のダイオードとからなることを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項8】 前記入力リアクトルに代えて、新たに設けるトランス三次巻線を入力リアクトルとして使用することを特徴とする請求項7に記載のスイッチング電源装置。

【請求項9】 前記入力リアクトルを取り除くとともに、前記コンデンサと補助スイッチとの直列回路を、コンデンサとトランス三次巻線と補助半導体スイッチとの直列回路に置き換えたことを特徴とする請求項7に記載のスイッチング電源装置。

【請求項10】 トランスの一次巻線と直列に半導体スイッチを接続した直列回路には、これと並列に電解コンデンサと交流電圧を直流電圧にする整流器とを接続し、トランスの二次巻線間には整流・平滑回路を接続し、前記半導体スイッチをオン、オフして負荷に直流電力を供給するスイッチング電源装置において、前記整流器と電解コンデンサとの接続点間にトランスの三次巻線と逆回復用のダイオードの直列回路を接続したことを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項11】 トランスの一次巻線と直列に第1の半導体スイッチを接続した直列回路には、これと並列に電解コンデンサと交流電圧を直流電圧にする整流器とを接続し、トランスの二次巻線間には整流・平滑回路を接続し、前記第1の半導体スイッチをオン、オフして負荷に直流電力を供給するスイッチング電源装置において、前記電解コンデンサと直列にトランスの四次巻線とダイオードとの直列回路を接続し、電解コンデンサと並列にトランスの三次巻線と第2の半導体スイッチとの直列回路を接続したことを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項12】 直流電源と直列にトランスの一次巻線と主半導体スイッチとを直列に接続したスイッチング電源装置において、前記主半導体スイッチに対して、共振インダクタンスと共振コンデンサと補助半導体スイッチとの直列回路を並列に接続し、待機モードを含む出力電力が小さいときは、前記補助半導体スイッチのみをオン、オフさせて運転することを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項13】 前記共振インダクタンスをトランスの三次巻線としたことを特徴とする請求項12に記載のスイッチング電源装置。

【請求項14】 直流電源と直列にトランスの一次巻線と半導体スイッチとを直列に接続したスイッチング電源装置の前記半導体スイッチに、その駆動、制御を行なう制御用集積回路を接続して運転中の電力供給を行なうメイン電源と、同じく直流電源と直列にトランスの一次巻

線と半導体スイッチとを直列に接続したスイッチング電源装置の前記半導体スイッチに、その駆動、制御を行なう制御用集積回路を接続して待機時の電力供給を行なうサブ電源とを設け、前記メイン電源の半導体スイッチとその制御用集積回路および前記サブ電源の半導体スイッチとその制御用集積回路を集積化して同一のパッケージに収納したことを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項15】 前記メイン電源、サブ電源の少なくとも一方が、請求項1ないし13のいずれかに記載のスイッチング電源装置であることを特徴とする請求項14に記載のスイッチング電源装置。

【請求項16】 直流電源と直列にトランスの一次巻線と半導体スイッチとを直列に接続したスイッチング電源装置をメイン電源、サブ電源として設け、前記メイン電源の半導体スイッチと前記サブ電源の半導体スイッチとを制御する共通の制御用集積回路を、これらの半導体スイッチとともに集積化して同一のパッケージに収納したことを特徴とするスイッチング電源装置。

【請求項17】 前記メイン電源、サブ電源の少なくとも一方が、請求項1ないし13のいずれかに記載のスイッチング電源装置であることを特徴とする請求項16に記載のスイッチング電源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、直流電源をトランス等を介して負荷に電力を供給するスイッチング電源装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図19に、フライバック形スイッチング電源の従来例を示す。すなわち、入力リクトルL1とトランス一次巻線N1とスイッチQ1との直列回路を、直流電源としての整流器Rectに対して並列に接続し、スイッチQ1にはスナバコンデンサCsを並列に接続して構成される。その動作は、スイッチQ1がオンのときに一次巻線N1にエネルギーを蓄積し、Q1がオフのときに蓄積されたエネルギーを二次巻線N2から放出する。このQ1のオン、オフを調整することにより出力電圧を調整する。さらに、この回路では、トランス一次巻線N1の漏れインダクタンスと、スイッチQ1に並列に接続されているスナバコンデンサCsを共振させることで、スナバコンデンサCsの電圧が最も低くなった時にスイッチQ1をオンさせる、いわゆるソフトスイッチング（零電圧スイッチング）を実現している。なお、ソフトスイッチングを行なうのは、損失を低減し発生ノイズを抑えるためである。

【0003】 また、力率改善用スイッチQ3をオンすることにより、入力リクトルL1を介して入力電源を短絡し、入力電流を流す。力率改善用スイッチQ3をオフすると、入力リクトルL1に蓄えられたエネルギーは、コンデンサ（電解コンデンサ）C1に放出される。

このとき、力率改善用スイッチQ3を全領域でオン、オフすることにより、入力電圧が低いときにも入力電流を流すことができるので、力率改善ができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図19のようなスイッチング電源装置では、トランス一次巻線N1の漏れインダクタンスと、スナバコンデンサCsとの共振によりソフトスイッチングを行なっているため、スイッチQ1のオフ期間は、トランス一次巻線N1の漏れインダクタンスと、スナバコンデンサCsの共振周期により決定される一定時間にしなければならない。その結果、出力電圧を調整するのにオン期間のみ調整することとなり、スイッチング周波数が一定しないという問題が生じる。また、テレビ（TV）、ディスプレイ用電源として用いる場合には、スイッチング周波数を偏向周波数と同期させるようにしているが、このような周波数可変電源には適用できないという問題もある。

【0005】 また、従来の方式では、力率改善用スイッチQ3と主スイッチQ1をそれぞれ個別にスイッチングするため、スイッチング電源装置より発生するノイズが増加するという問題が生じる。さらに、変換器が2直列になるため効率が低下するといった問題がある。したがって、この発明の課題は、ソフトスイッチング方式を維持しつつ設定した任意の周波数でのスイッチングを可能とし、かつ簡易な方法で力率改善を図ることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】 このような課題を解決するため、請求項1の発明では、一次巻線と二次巻線を有し直流電源間に接続されるトランスの二次巻線に整流・平滑回路を接続してなるスイッチング電源装置において、入力リクトルと、前記トランスの一次巻線に直列に接続された三次巻線と、この三次巻線に直列に接続された主半導体スイッチと、この主半導体スイッチと逆並列に接続された第1のダイオードと、主半導体スイッチに並列に接続されたスナバコンデンサと、このスナバコンデンサの電荷を放電するための共振コンデンサ、共振リクトルおよび補助半導体スイッチの直列回路と、この補助半導体スイッチに逆並列に接続された第2のダイオードと、前記一次巻線と三次巻線との接続点と前記補助半導体スイッチ間に接続された第3のダイオードと、この第3のダイオードを介して一次巻線に並列に接続されたコンデンサとから構成するようにしている。

【0007】 上記請求項1の発明では、前記共振コンデンサ、共振リクトルおよび補助半導体スイッチの直列回路に代えて、共振リクトルと補助スイッチの直列回路を用いることができる（請求項2の発明）。上記請求項1または2の発明では、前記トランス三次巻線に代えて、リクトルを用いることができ（請求項3の発明）、または、前記第3のダイオードを省略することができる（請求項4の発明）。

【0008】また、請求項5の発明では、一次巻線と二次巻線を有し直流電源間に接続されるトランスの二次巻線に整流・平滑回路を接続してなるスイッチング電源装置において、入力アクトルと、前記トランスの一次巻線に直列に接続された主半導体スイッチと、この主半導体スイッチと逆並列に接続された第1のダイオードと、主半導体スイッチに並列に接続されたスナバコンデンサと、このスナバコンデンサの電荷を放電をするための共振コンデンサ、共振アクトルおよび補助半導体スイッチの直列回路と、この補助半導体スイッチに逆並列に接続された第2のダイオードとから構成するようにしている。上記請求項1ないし5の発明では、前記入力アクトルに代えて、新たに設けるトランス四次巻線を入力アクトルとして使用することができる（請求項6の発明）。

【0009】さらに、請求項7の発明では、一次巻線と二次巻線を有し直流電源間に接続されるトランスの二次巻線に整流・平滑回路を接続してなるスイッチング電源装置において、入力アクトルと、前記トランスの一次巻線に直列に接続された主半導体スイッチと、この主半導体スイッチと逆並列に接続された第1のダイオードと、前記トランスの一次巻線と主半導体スイッチとの直列回路に並列に接続されたコンデンサと補助半導体スイッチとの直列回路と、この補助半導体スイッチと逆並列に接続された第2のダイオードと、前記トランスの一次巻線と主半導体スイッチの接続点と前記補助半導体スイッチとの間に接続された第3のダイオードとから構成するようにしている。上記請求項7の発明では、前記入力アクトルに代えて、新たに設けるトランス三次巻線を入力アクトルとして使用することができ（請求項8の発明）、または、前記入力アクトルを取り除くとともに、前記コンデンサと補助半導体スイッチとの直列回路を、コンデンサとトランス三次巻線と補助半導体スイッチとの直列回路に置き換えることができる（請求項9の発明）。

【0010】請求項10の発明では、トランスの一次巻線と直列に半導体スイッチを接続した直列回路には、これと並列に電解コンデンサと交流電圧を直流電圧にする整流器とを接続し、トランスの二次巻線間には整流・平滑回路を接続し、前記半導体スイッチをオン、オフして負荷に直流電力を供給するスイッチング電源装置において、前記整流器と電解コンデンサとの接続点間にトランスの三次巻線と逆回復用のダイオードの直列回路を接続するようにしている。こうすることで、半導体スイッチがオンしたとき、トランス三次巻線には逆回復用のダイオードと逆極性の電圧が発生し、その結果、逆回復用のダイオードが逆回復し、電流を遮断するので、整流器としては一般的の整流ダイオードで構成でき、低コスト化が図れる。

【0011】請求項11の発明では、トランスの一次巻

線と直列に第1の半導体スイッチを接続した直列回路には、これと並列に電解コンデンサと交流電圧を直流電圧にする整流器とを接続し、トランスの二次巻線間には整流・平滑回路を接続し、前記第1の半導体スイッチをオン、オフして負荷に直流電力を供給するスイッチング電源装置において、前記電解コンデンサと直列にトランスの四次巻線とダイオードとの直列回路を接続し、電解コンデンサと並列にトランスの三次巻線と第2の半導体スイッチとの直列回路を接続するようにしている。

【0012】請求項11の発明では、トランスの四次巻線の放電は、ダイオード、電解コンデンサ、整流器、交流電源を介して行なわれるため、入力電圧が電解コンデンサ電圧より低い場合でも入力電流が流れ、その結果、導通角が広がり効率が改善される。このとき、電解コンデンサには電源電圧とトランスの四次巻線に発生した電圧が加わるので、電解コンデンサを電源電圧ピーク値よりも高い電圧で充電できる。さらに、電源電圧が低くトランスの四次巻線に発生する電圧を加えても電解コンデンサの電圧に達せず、その充電が行なわれない期間においても、トランスの一次巻線と第1の半導体スイッチとの直列回路は整流器に直接接続されているため、電流を流すことができ、その結果、導通角を広げることができる。するようにしている。

【0013】請求項12の発明では、直流電源と直列にトランスの一次巻線と主半導体スイッチとを直列に接続したスイッチング電源装置において、前記主半導体スイッチに対して、共振インダクタンスと共振コンデンサと補助半導体スイッチとの直列回路を並列に接続し、待機モードを含む出力電力が小さいときは、前記補助半導体スイッチのみをオン、オフさせて運転するようにしている。この請求項12の発明では、前記共振インダクタンスをトランスの三次巻線とすることができる（請求項13の発明）。

【0014】請求項14の発明では、直流電源と直列にトランスの一次巻線と半導体スイッチとを直列に接続したスイッチング電源装置の前記半導体スイッチに、その駆動、制御を行なう制御用集積回路を接続して運転中の電力供給を行なうメイン電源と、同じく直流電源と直列にトランスの一次巻線と半導体スイッチとを直列に接続したスイッチング電源装置の前記半導体スイッチに、その駆動、制御を行なう制御用集積回路を接続して待機時の電力供給を行なうサブ電源とを設け、前記メイン電源の半導体スイッチとその制御用集積回路および前記サブ電源の半導体スイッチとその制御用集積回路を集積化して同一のパッケージに収納するようにしている。上記請求項14の発明では、前記メイン電源、サブ電源の少なくとも一方が、請求項1ないし13のいずれかに記載のスイッチング電源装置であることができる（請求項15の発明）。

【0015】請求項16の発明では、直流電源と直列に

トランスの一次巻線と半導体スイッチとを直列に接続したスイッチング電源装置をメイン電源、サブ電源として設け、前記メイン電源の半導体スイッチと前記サブ電源の半導体スイッチとを制御する共通の制御用集積回路を、これらの半導体スイッチとともに集積化して同一のパッケージに収納するようにしている。上記請求項16の発明では、前記メイン電源、サブ電源の少なくとも一方が、請求項1ないし13のいずれかに記載のスイッチング電源装置であることができる（請求項17の発明）。

【0016】

【発明の実施の形態】図1はこの発明の第1の実施の形態を示す回路図である。直流入力には入力リアクトルL1が接続され、この入力リアクトルL1と直列に、トランスTrの一次巻線N1と三次巻線N3と主スイッチQ1が接続されている。この主スイッチQ1には逆並列ダイオードD1と、スナバコンデンサCsが並列に接続されている。スナバコンデンサCsには、共振コンデンサC2と共振リアクトルL2と補助スイッチQ2の直列回路が並列に接続され、補助スイッチQ2には逆並列にダイオードD2が接続されている。一次巻線N1と三次巻線N3との接続点と補助スイッチQ2間にはダイオードD3が接続され、このダイオードD3を介して一次巻線N1に並列にコンデンサC1が接続されている。なお、DCは直流電源を示す。

【0017】図2は図1の動作説明図である。まず、補助スイッチQ2は図2に示すように、主スイッチQ1がオンする以前にオンし、補助スイッチQ2を経由してスナバコンデンサCs、共振コンデンサC2および共振リアクトルL2の直列共振を発生させる。このとき、補助スイッチQ2の電流は共振リアクトルL2、入力リアクトルL1、トランス一次巻線N1およびトランス三次巻線N3を経由して、電源DC、コンデンサC1およびスナバコンデンサCsより供給されるため急激には流れず、補助スイッチQ2は零電流スイッチング（オン）となる。そして、スナバコンデンサCs、共振コンデンサC2、共振リアクトルL2の直列共振により、スナバコンデンサCsの電圧（主スイッチQ1の電圧）が零となった時点で、主スイッチQ1をオンすることにより、主スイッチQ1の零電圧スイッチング（オン）を行なう。

【0018】また、主スイッチQ1のオンにより、補助スイッチQ2を経由するスナバコンデンサCs、共振コンデンサC2、共振リアクトルL2の直列共振が、主スイッチQ1と補助スイッチQ2に逆並列接続されたダイオードD2を経由する共振コンデンサC2、共振リアクトルL2の直列共振へと切り換わり、この直列共振によりダイオードD2に電流が流れている期間に補助スイッチQ2をオフすることで、補助スイッチQ2の零電圧スイッチング（オフ）を行なう。次に、主スイッチQ1の

オフ時には、主スイッチQ1に流れていた電流はスナバコンデンサCsに流れ、スナバコンデンサCsの電圧（主スイッチQ1の電圧）は緩やかに上昇し、主スイッチQ1のオフは零電圧スイッチング（オフ）となる。このとき、主スイッチQ1のオン期間中にコンデンサC1を経由して蓄えられた共振コンデンサC2の電荷は、コンデンサC1に回生される。また、一次巻線N1の漏れインダクタンスに蓄えられたエネルギーは、ダイオードD3を経由してコンデンサC1に蓄積される。

【0019】図3はこの発明の第2の実施の形態を示す回路図で、図1の共振コンデンサC2を取り除き、短絡するようにしたものである。ここで、補助スイッチQ2は図1の場合と同様、主スイッチQ1がオンする以前にオンし、補助スイッチQ2を経由してスナバコンデンサCsおよび共振リアクトルL2の直列共振を発生させる。このとき、補助スイッチQ2の電流は共振リアクトルL2、入力リアクトルL1、トランス一次巻線N1およびトランス三次巻線N3を経由して、電源DC、コンデンサC1およびスナバコンデンサCsより供給されるため急激には流れず、補助スイッチQ2は零電流スイッチング（オン）となる。そして、スナバコンデンサCsと共振リアクトルL2の直列共振により、スナバコンデンサCsの電圧（主スイッチQ1の電圧）が零となった時点で、主スイッチQ1をオンさせることにより、主スイッチQ1の零電圧スイッチング（オン）を行なう。次に、主スイッチQ1のオフ時には、主スイッチQ1に流れていた電流はスナバコンデンサCsに流れ、スナバコンデンサCsの電圧（主スイッチQ1の電圧）は緩やかに上昇し、主スイッチQ1のオフは零電圧スイッチング（オフ）となる。このとき、一次巻線N1の漏れインダクタンスに蓄えられたエネルギーは、ダイオードD3を経由してコンデンサC1に蓄積される。

【0020】図4はこの発明の第3の実施の形態を示す回路図で、図1の三次巻線N3をリアクトルL3に変更するようにしたものである。ここで、補助スイッチQ2は図1の場合と同様、主スイッチQ1がオンする以前にオンし、補助スイッチQ2を経由してスナバコンデンサCs、共振コンデンサC2および共振リアクトルL2の直列共振を発生させる。このとき、補助スイッチQ2の電流は共振リアクトルL2、トランス一次巻線N1およびリアクトルL3を経由して、電源DC、コンデンサC1およびスナバコンデンサCsより供給されるため急激には流れず、補助スイッチQ2は零電流スイッチング（オン）となる。以下の動作は図1の場合と同様なので、説明は省略する。また、図3の場合についても、三次巻線N3をリアクトルL3に変更することができるのを言うまでもない。

【0021】図5はこの発明の第4の実施の形態を示す回路図で、図1のダイオードD3を省略し、三次巻線N3を短絡するようにしたものである。補助スイッチQ

2は図1の場合と同様、主スイッチQ1がオンする以前にオンし、補助スイッチQ2を経由してスナバコンデンサCs、共振コンデンサC2および共振リクトルL2の直列共振を発生させる。このとき、補助スイッチQ2の電流は共振リクトルL2、入力リクトルL1を経由して、電源DC、コンデンサC1およびスナバコンデンサCsより供給されるため急激には流れず、補助スイッチQ2は零電流スイッチング(オン)となる。そして、スナバコンデンサCs、共振コンデンサC2、共振リクトルL2の直列共振により、スナバコンデンサCsの電圧(主スイッチQ1の電圧)が零となった時点で、主スイッチQ1をオンとすることにより、主スイッチQ1の零電圧スイッチング(オン)を行なう。

【0022】また、主スイッチQ1のオンにより、補助スイッチQ2を経由するスナバコンデンサCs、共振コンデンサC2、共振リクトルL2の直列共振が、主スイッチQ1と補助スイッチQ2に逆並列接続されたダイオードD2を経由した共振コンデンサC2、共振リクトルL2の直列共振へと切り換わり、この直列共振によりダイオードD2に電流が流れている期間に補助スイッチQ2をオフすることで、補助スイッチQ2の零電圧スイッチング(オフ)を行なう。次に、主スイッチQ1のオフ時には、主スイッチQ1に流れている電流はスナバコンデンサCsに流れ、スナバコンデンサCsの電圧(主スイッチQ1の電圧)は緩やかに上昇し、主スイッチQ1のオフは零電圧スイッチング(オフ)となる。このとき、主スイッチQ1のオン期間中にコンデンサC1を経由して蓄えられた共振コンデンサC2の電荷は、コンデンサC1に回生される。

【0023】図6はこの発明の第5の実施の形態を示す回路図である。ここでは、直流入力に対して、直列にトランス一次巻線N1と主スイッチQ1が接続され、この主スイッチQ1には逆並列ダイオードD1と、並列にスナバコンデンサCsが接続されている。また、スナバコンデンサCsには、共振コンデンサC2、共振リクトルL2および補助スイッチQ2の直列回路が並列に接続され、補助スイッチQ2には逆並列にダイオードD2が接続される。補助スイッチQ2は図1の場合と同様、主スイッチQ1がオンする以前にオンし、補助スイッチQ2を経由してスナバコンデンサCs、共振コンデンサC2および共振リクトルL2の直列共振を発生させる。このとき、補助スイッチQ2の電流は共振リクトルL2を経由して、スナバコンデンサCsより供給されるため急激には流れず、補助スイッチQ2は零電流スイッチング(オン)となる。そして、スナバコンデンサCs、共振コンデンサC2、共振リクトルL2の直列共振により、スナバコンデンサCsの電圧(主スイッチQ1の電圧)が零となった時点で、主スイッチQ1をオンとすることにより、主スイッチQ1の零電圧スイッチング(オン)を行なう。

【0024】また、主スイッチQ1のオンにより、補助スイッチQ2を経由するスナバコンデンサCs、共振コンデンサC2、共振リクトルL2の直列共振が、主スイッチQ1と補助スイッチQ2に逆並列接続されたダイオードD2を経由した共振コンデンサC2、共振リクトルL2の直列共振へと切り換わり、この直列共振によりダイオードD2に電流が流れている期間に補助スイッチQ2をオフすることで、補助スイッチQ2の零電圧スイッチング(オフ)を行なう。次に、主スイッチQ1のオフ時には、主スイッチQ1に流れている電流はスナバコンデンサCsに流れ、スナバコンデンサCsの電圧(主スイッチQ1の電圧)は緩やかに上昇し、主スイッチQ1のオフは零電圧スイッチング(オフ)となる。

【0025】図7はこの発明の第6の実施の形態を示す回路図で、図1の入力リクトルL1をトランス四次巻線に変更するようにしたものである。ここで、補助スイッチQ2は図1の場合と同様、主スイッチQ1がオンする以前にオンし、補助スイッチQ2を経由してスナバコンデンサCs、共振コンデンサC2および共振リクトルL2の直列共振を発生させる。このとき、補助スイッチQ2の電流は共振リクトルL2、トランス四次巻線N4、トランス一次巻線N1およびトランス三次巻線N3を経由して、電源DC、コンデンサC1およびスナバコンデンサCsより供給されるため急激には流れず、補助スイッチQ2は零電流スイッチング(オン)となる。以下の動作は図1の場合と同様なので、説明は省略する。なお、図3、図4、図5において、入力リクトルL1の代わりにトランス四次巻線を用いることができるるのは、勿論である。

【0026】ところで、スイッチング電源では力率の高いことが望ましい。以下、力率改善を図る例について説明する。図8はこの発明の第7の実施の形態を示す回路図である。直流入力には入力リクトルL1が接続され、この入力リクトルL1と直列に、トランスTrの一次巻線N1と主スイッチQ1との直列回路が接続されている。この主スイッチQ1には逆並列にダイオードD1が、トランスTrの一次巻線N1と主スイッチQ1との直列回路には並列にコンデンサC1と補助スイッチQ2との直列回路が、この補助スイッチQ2には逆並列にダイオードD2が、さらにトランスTrの一次巻線N1と主スイッチQ1の接続点と補助スイッチQ2間にはダイオードD3がそれぞれ接続されている。

【0027】その動作は以下の通りである。まず、主スイッチQ1をオンとして、入力電流を流す。これにより、入力電圧が低いときでも入力電流を流すことができ、力率改善が可能となる。また、主スイッチQ1オフのときには、トランスTrの励磁エネルギーの一部を、トランスTrの一次巻線N1に並列に接続されたコンデンサC1へ、ダイオードD3を介して蓄積する。次に、補助スイッチQ2をオンすることにより、コンデンサC

1に蓄えられたエネルギーを整流器R e cを介して入力リアクトルL 1に移し、補助スイッチQ 2をオフすることで、入力リアクトルL 1に蓄えられたエネルギーをトランスT rに移す。その結果、コンデンサC 1に蓄えられたエネルギーを負荷に放出することができる。

【0028】図9は図8の第1変形例である。図9では図8の入力リアクトルL 1をトランス三次巻線N 3に変更し、これを入力リアクトルとして使用している点が特徴である。その動作も図8の場合と殆ど同じなので、詳細は省略する。図10は図8の第2変形例である。これは、図8から入力リアクトルL 1を取り除くとともに、コンデンサC 1と補助スイッチQ 2との直列回路を、コンデンサC 1とトランス三次巻線N 3と補助スイッチQ 2との直列回路に置き換えた点が特徴で、その他は図8と同様である。以上では、フライバックコンバータの例について説明したが、この発明は、フォワードコンバータの場合についても、同様に適用することが可能である。

【0029】図11はこの発明の第8の実施の形態を示す回路図である。同図の回路は、交流電圧を直流電圧にする整流器R e cに接続されたトランス三次巻線N 3と高速な逆回復（リカバリー）用ダイオードD 2の直列回路と、トランス一次巻線N 1とトランス三次巻線N 3とダイオードD 2の直列回路の間に接続された電解コンデンサC 1と、トランス一次巻線N 1と直列に接続された半導体スイッチQ 1と、この半導体スイッチQ 1に逆並列に接続されたダイオードD 1とから構成される。

【0030】その動作につき、説明する。図11で半導体スイッチQ 1がオンすると、トランス三次巻線N 3には高速なリカバリーダイオードD 2と逆極性に電圧が発生し、これによってダイオードD 2が逆回復し、電流を遮断する。そのため、整流器R e cには、ダイオードD 2の逆回復によって電流が流れず、したがって、整流器R e cとしては高速な逆回復特性を持たせる必要がなくなり、一般的な低速の整流ダイオードが十分となり、コストダウンを図ることができる。

【0031】図12はこの発明の第9の実施の形態を示す回路図である。同図の回路は、トランス一次巻線N 1と直列に接続された第1の半導体スイッチQ 1と、この半導体スイッチQ 1に逆並列に接続されたダイオードD 1と、トランス一次巻線N 1と第1の半導体スイッチQ 1との直列回路に並列に接続されたトランス四次巻線N 4とダイオードD 3と電解コンデンサC 1の直列回路と、電解コンデンサC 1に並列に接続されたトランス三次巻線N 3と第2の半導体スイッチQ 2との直列回路と、第2の半導体スイッチQ 2に逆並列に接続されたダイオードD 2とから構成される。

【0032】まず、半導体スイッチQ 1のスイッチングによる動作について、説明する。トランス一次巻線N 1と直列に接続された第1の半導体スイッチQ 1をオンす

ると、トランス一次巻線N 1にエネルギーが蓄積される。このとき、トランス四次巻線N 4には、整流器R e c側を正、電解コンデンサC 1側を負とする極性に電圧が発生し、電解コンデンサC 1の充電を妨げる。半導体スイッチQ 1をオフすると、トランス一次巻線N 1に蓄積されたエネルギーは、トランスT rの二次巻線N 2と四次巻線N 4に放出される。そして、トランス二次巻線N 2に放出されたエネルギーは、整流器R e c 1を介して負荷に供給される。また、トランス四次巻線N 4には、整流器R e c側を負、電解コンデンサC 1側を正とする極性に電圧が発生し、ダイオードD 3を介して電解コンデンサC 1にエネルギーを放出し、これを充電する。

【0033】次に、第2の半導体スイッチQ 2のスイッチングによる動作について、説明する。半導体スイッチQ 2をオンすると、電解コンデンサC 1はトランス三次巻線N 3を介して放電される。この放電電流により、トランス三次巻線N 3にエネルギーが蓄積される。このとき、トランス四次巻線N 4には、整流器R e c側を正、電解コンデンサC 1側を負とする極性に電圧が発生し、電解コンデンサC 1の充電を妨げる。半導体スイッチQ 2をオフすると、トランス三次巻線N 3に蓄積されたエネルギーは、トランスT rの二次巻線N 2と四次巻線N 4に放出される。そして、トランス二次巻線N 2に放出されたエネルギーは、整流器R e c 1を介して負荷に供給される。また、トランス四次巻線N 4には、整流器R e c側を負、電解コンデンサC 1側を正とする極性に電圧が発生し、ダイオードD 3を介して電解コンデンサC 1にエネルギーを放出し、これを充電する。

【0034】第1の半導体スイッチQ 1または第2の半導体スイッチQ 2のスイッチングによるトランス四次巻線N 4の放電は、トランス四次巻線N 4→ダイオードD 3→電解コンデンサC 1→整流器R e c→交流電源A Cの経路を介して行なわれるため、交流電源A Cの電圧が電解コンデンサC 1より低い場合でも入力電流が流れる結果、導通角が広がり力率を改善することができる。このとき、電解コンデンサC 1には、入力電圧にトランス四次巻線N 4に発生した電圧が加わり、電解コンデンサC 1を入力電圧ピーク値よりも高い電圧で充電することができる。また、交流電源A Cの電圧が低く、トランス四次巻線N 4に発生する電圧を加えても、電解コンデンサC 1の電圧に達せず、電解コンデンサC 1の充電が行なわれない期間においても、トランス一次巻線N 1と第1の半導体スイッチQ 1の直列回路は、整流器R e cに直接接続しているため、電流を流すことができ、その結果、導通角を広げることが可能となる。なお、第1の半導体スイッチQ 1と第2の半導体スイッチQ 2のスイッチング動作を個別に説明したが、第1の半導体スイッチQ 1と第2の半導体スイッチQ 2を同時にスイッチング（オン、オフ）させても、何ら問題ないものである。

【0035】ところで、TVや携帯機器などには、定格負荷の1/100程度以下の待機モードと呼ばれる非常に小さい負荷条件がある。このような軽負荷の条件において図19に示すような従来の回路で電力を調整すると、下記のような問題により、変換装置の軽負荷時の効率が著しく低下する。

- ①定格負荷相当のスイッチで駆動するため、1/100程度の負荷に対してはスイッチの駆動電力が大きい。
- ②定格負荷時と同じようにトランスを矩形波で励磁するため、オン期間の短いピーク値の大きい電流が流れるため、トランスの銅損失などが1/100程度の負荷に対しては大きくなる。

以上のように、従来回路の待機モードにおける駆動電力や銅損失が大きくなると、携帯機器の場合などではバッテリの消耗が激しく、動作期間が短くなる。また、TVなどの機器の場合、消費電力規制を満足しないなどの問題がある。

【0036】図13は上記のような問題に対処可能な第10の実施の形態を示す回路図である。この例は、スイッチQ1に対して並列に共振リクトルL1、共振コンデンサC2および補助スイッチQ2の直列回路を接続した点が特徴である。この補助スイッチQ2としては、主スイッチQ1の定格の1/10程度のものを使用することとする。その動作につき、説明する。すなわち、定格負荷運転時には、トランスTrへの電力の蓄積は主スイッチQ1のスイッチングにより行なう。その際、補助スイッチQ2を主スイッチQ1のオンより先にオンさせることにより、主スイッチQ1に並列に接続されたコンデンサCsの電荷を共振コンデンサC2および共振リクトルL1を介して放電させることができるために、主スイッチQ1を電圧のない状態からオンさせることができる。

【0037】待機モードなどの軽負荷時には、補助スイッチQ2のみスイッチングを行ない、主スイッチQ1はオフしたまます。このとき、補助スイッチQ2には、トランスTrの一次巻線N1に加え共振コンデンサC2と共振リクトルL1との直列回路を通して電流が流れる。この場合、共振コンデンサC2が補助スイッチQ2と直列に接続された運転となるため、電流共振回路での運転となる。そして、補助スイッチQ2がオンすると、トランス一次巻線N1→共振リクトルL1→共振コンデンサC2→補助スイッチQ2の経路で電流が流れる。このとき、共振コンデンサC2の電圧上昇に伴いトランス一次巻線N1の電圧が減少する。コンデンサC2の電圧が入力電圧より上昇すると電流が現象し始め、トランス一次巻線N1への印加電圧極性が反転する。トランス二次電圧が電圧V0よりも大きくなるとダイオードD1が導通し、トランスに蓄えられたエネルギーが負荷に放出される。

【0038】主スイッチQ1がオンする定格運転時は、

トランス一次巻線N1には入力電圧がそのまま印加され、三角波の電流を流す。補助スイッチQ2のみ運転の場合は、共振コンデンサC2とトランス励磁インダクタンスと共に共振リクトルL1のインピーダンスで決まる電流に抑えられる。この方式の場合、共振コンデンサは、1/100倍程度の負荷に合わせた小さな容量のものにすることで、三角波のピーク値よりも小さな電流を流すことができる。したがって、主スイッチを用いるよりピーク値の小さな電流で出力できることから、トランスの損失、素子の通電損失を小さくすることが可能となる。また、補助スイッチQ2の定格は主スイッチの定格1/10倍程度のため、この軽負荷運転時における駆動電力は、定格運転時の1/10倍程度で済むことになる。

【0039】図14は第11の実施の形態を示す回路図である。図13との相違点は、共振リクトルL1の代わりにトランスの三次巻線N3に置き換えた点にある。この回路の動作は図13とほぼ同じであるが、異なる点は補助スイッチQ2をオンした時、トランス一次巻線N1と三次巻線N3が直列となる点である。すなわち、励磁インダクタンスは巻数の二乗に比例するので、三次巻線をわずかに巻くだけで励磁インダクタンスが大幅に増加し、これによって電流ピーク値を簡単に軽減できることを利用するものである。つまり、図13の場合、L1は軽負荷運転時の共振リクトルとしての部品であるが、図14ではこれをトランスに数回の巻線を追加するだけで代用でき、部品を軽減できることになる。

【0040】図13、図14は1つの回路で軽負荷（待機モード）運転も可能な例であるが、一般的には2つの回路が利用される。図15はかかる例を示す回路図である。これは、整流器Rectの出力にコンデンサC1、トランスTr1、集積回路（パワーIC1ともいう）、ダイオードD5、D6、コンデンサC3、C4からなるメイン電源と、コンデンサC11、トランスTr2、パワーIC2、ダイオードD7、コンデンサC4からなるサブ電源とから構成したものである。なお、パワーIC1はMOSFETQ1と制御用IC1とから構成され、パワーIC2はMOSFETQ1と制御用IC2とから構成される。

【0041】上記のような構成において、図示されない装置が動作しているときはMOSFETQ1をオン、オフし、トランスTr1に交流電圧を印加してダイオードD5とコンデンサC3とからなる主回路電源と、ダイオードD6とコンデンサC4とからなるCPU電源に直流電源を供給する。なお、制御用IC1は出力電圧を検出し、その指令値との比較結果にもとづきMOSFETQ1のオン、オフ比を調整することで、主回路電源を一定に制御する。一方、装置が動作せずCPUのみが動作している待機モード時には、MOSFETQ1は駆動せずMOSFETQ1のみをオン、オフし、トランスTr2に交流電圧を印加して、ダイオードD7とコンデン

サC5とからなるCPU電源にのみ直流電力を供給する。このようにすることで、CPUのみが動作している待機モード時の消費電力を数W以下とし、種々のエネルギー規制などをクリアするようにしている。

【0042】図16に図15のパワーICの構成例を示す。同図(a)はパワーIC1、同(b)はパワーIC2をそれぞれ示すが、絶縁基板上に銅パターンを形成したチップを搭載している。この例では、端子台とチップ、ケースとチップの絶縁を各パッケージ毎に行なう必要がある。そこで、図17のようにする。図17はこの発明によるパワーICの構成例を示す。同図からも明らかなように、パワーIC1とパワーIC2とを同一の絶縁基板上に構成して絶縁基板を共通化し、小形にして低価格化を図るようにしたものである。図17ではパワーIC1とパワーIC2とを同一の絶縁基板上に構成するようにしたが、図18のようにすることができる。すなわち、制御用IC1、IC2は機能的にはほぼ同じ構成にし得ることに着目し、制御用IC1、IC2をまとめ1つに(共通化)したものである。

【0043】上記では集積化の対象となる電源を、図15に示すような一般的なスイッチング電源としたが、図1、図2～図14で説明した各種のスイッチング電源を利用できることは言うまでもない。また、図13、14のように補助スイッチで待機モード運転ができる場合は、制御用ICを主スイッチと補助スイッチに対応して設けたり、これらと共に設けたりして対処できるのは勿論である。

【0044】

【発明の効果】請求項1～6の発明によれば、ソフトスイッチングを行ないつつ、設定した任意の周波数でスイッチング素子をスイッチングすることができる。その結果、下記1)～3)のような利点が得られる。

- 1) 零電圧、零電流スイッチングとなっているため、スイッチング損失が低減する。
- 2) スイッチング時の dV/dt が小さくなり、ノイズが低減する。
- 3) テレビ、ディスプレイ用電源などにおいて、スイッチング周波数を偏向周波数と同期させる電源に対しても利用できる。

また、請求項8、9の発明によれば、力率を改善することができてノイズも低減されるだけでなく、瞬停時に一次側のコンデンサ(C1)に蓄えられたエネルギーを負荷に放出することができるために、出力電圧補償が容易に行なえるという利点が得られる。

【0045】請求項10の発明によれば、トランス一次側は高速リカバリーダイオード1個で構成でき、整流器は一般的な整流ダイオードで構成できる。その結果、安価となる。請求項11の発明によれば、全領域で入力電流を流すことができ、力率を改善できる。また、電解コンデンサ電圧を入力電圧ピーク値よりも高くできるため、

瞬停時の出力電圧補償が容易にできる。

【0046】請求項12～13の発明によれば、イ)待機モードでの駆動電力が補助スイッチの定格から小さくして済むため消費電力を低減でき、使用時間を長くすることができる。これにより、TV機器などの消費電力規制を満たすことが可能となる。

ロ)従来、上記規制等を満足させるため、1/100定格のスイッチング電源を別途設置するのが一般的であるが、請求項12～13の発明によれば、別途設置の下電源が不要となり、装置の小型化、軽量化および低コスト化が実現可能となる。

【0047】請求項14、15の発明によれば、メイン電源用スイッチとその制御用ICおよびサブ電源用スイッチとその制御用ICを同一のパッケージに収納するようにしたので、個別に設ける場合に比べて絶縁基板などのパッケージ部材が省略でき、小形化と低価格化が実現できる。また、請求項16、17の発明によれば、制御用ICを1つとしメイン電源用とサブ電源用で共用することで、さらなる小形化、低価格化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施の形態を示す回路図である。

【図2】図1の動作説明図である。

【図3】この発明の第2の実施の形態を示す回路図である。

【図4】この発明の第3の実施の形態を示す回路図である。

【図5】この発明の第4の実施の形態を示す回路図である。

【図6】この発明の第5の実施の形態を示す回路図である。

【図7】この発明の第6の実施の形態を示す回路図である。

【図8】この発明の第7の実施の形態を示す回路図である。

【図9】この発明の第7の実施の形態の変形例を示す回路図である。

【図10】この発明の第7の実施の形態の別の変形例を示す回路図である。

【図11】この発明の第8の実施の形態を示す回路図である。

【図12】この発明の第9の実施の形態を示す回路図である。

【図13】この発明の第10の実施の形態を示す回路図である。

【図14】この発明の第11の実施の形態を示す回路図である。

【図15】軽負荷運転を行なうスイッチング電源の一般的な例を示す回路図である。

【図16】図15の集積化例を示す構成図である。

【図17】この発明による集積化例を示す構成図である。

【図18】この発明による集積化の他の例を示す構成図である。

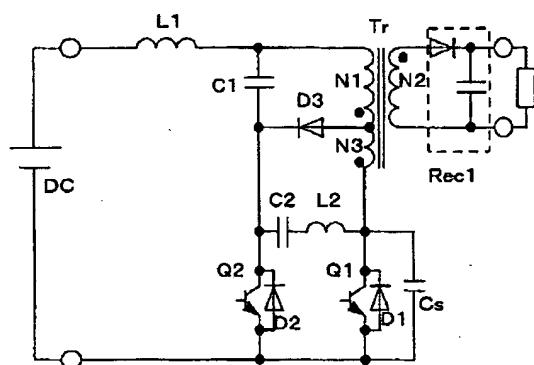
【図19】従来例を示す回路図である。

【符号の説明】

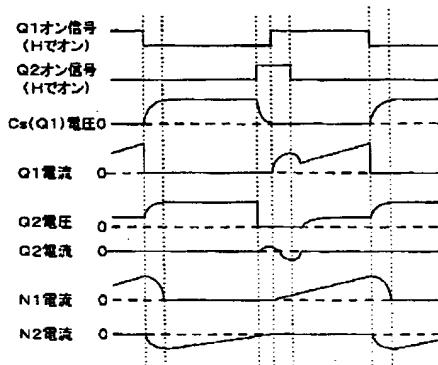
Rec, Rec1…整流器、L1, L2, L3…リアク

トル、C1, C2, C3, C4, C5, C11, Cs…コンデンサ、Q1, Q2, Q3, Q11…半導体スイッチ、D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7…ダイオード、Tr, Tr1, Tr2…トランジスタ、N1…トランジスタ一次巻線、N2…トランジスタ二次巻線、N3…トランジスタ三次巻線、N4…トランジスタ四次巻線、DC…直流電源。

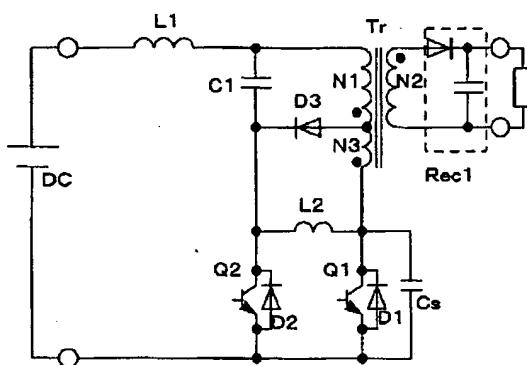
【図1】



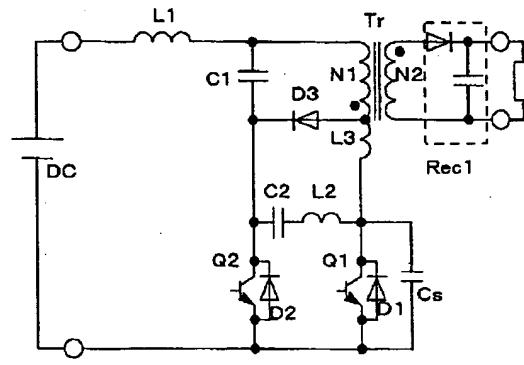
【図2】



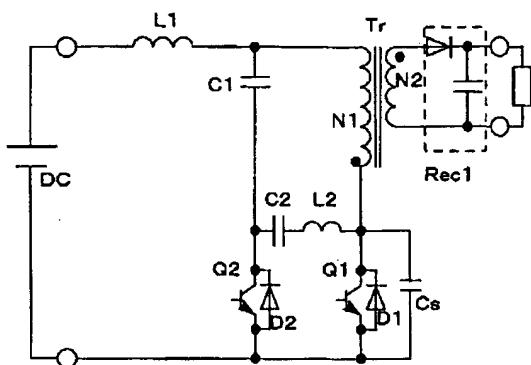
【図3】



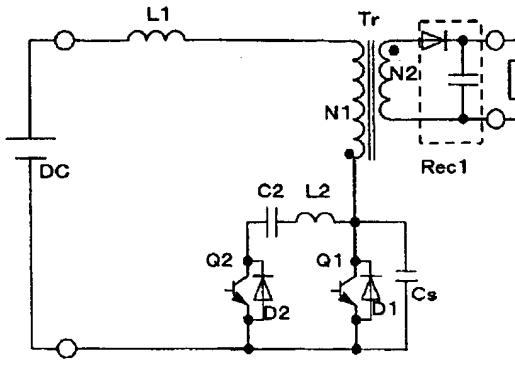
【図4】



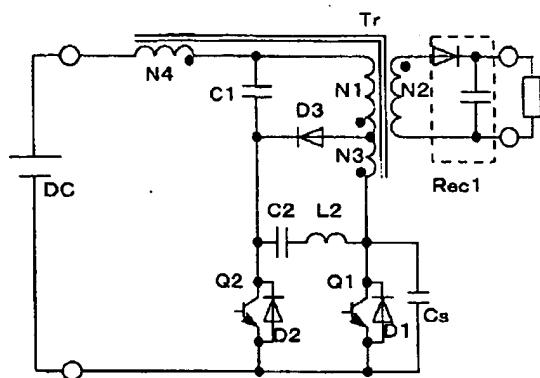
【図5】



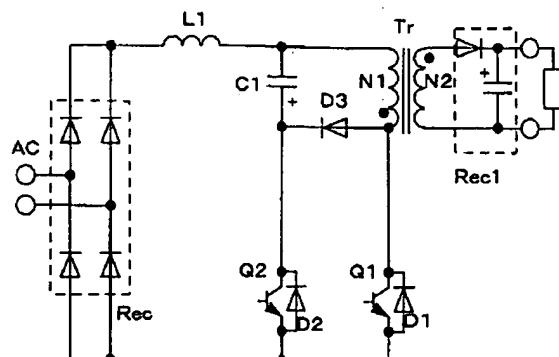
【図6】



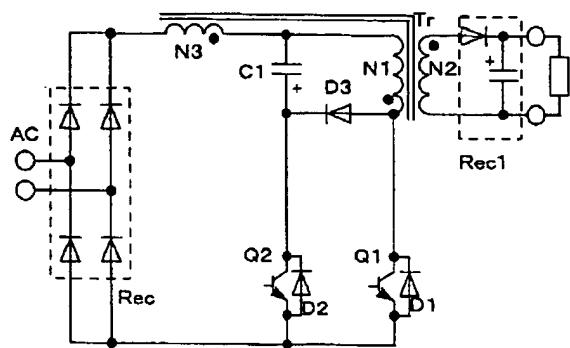
【図7】



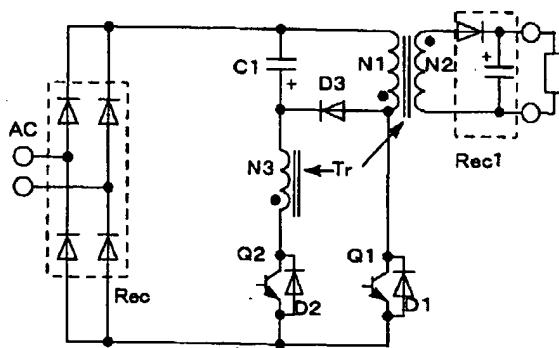
【図8】



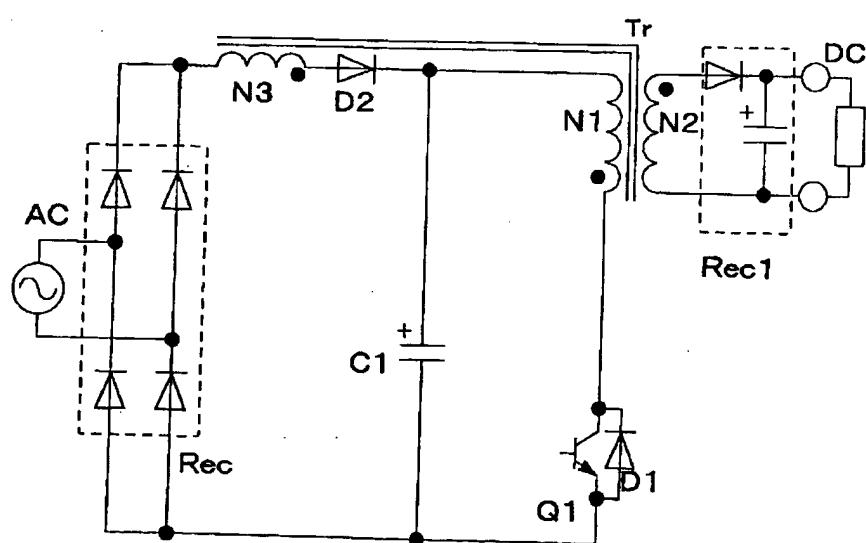
【図9】



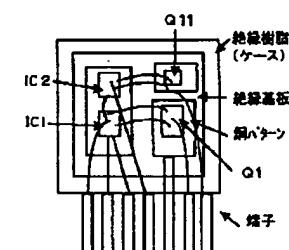
【図10】



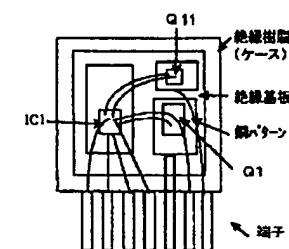
【図11】



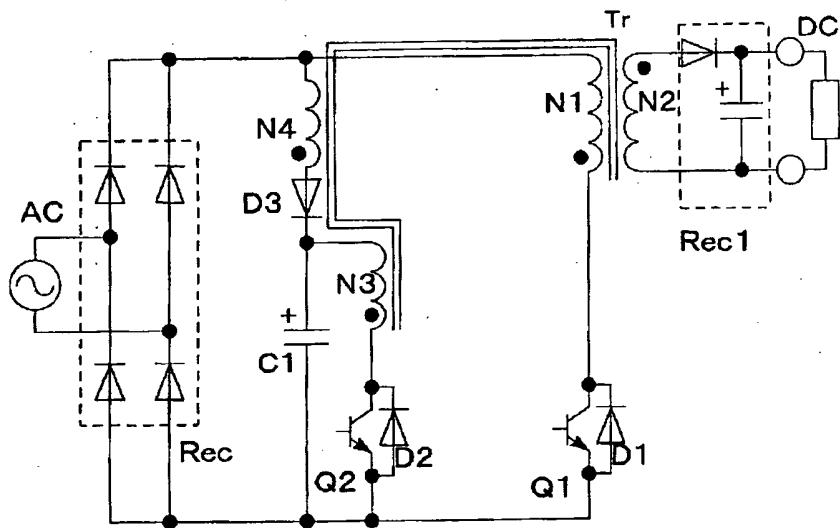
【図17】



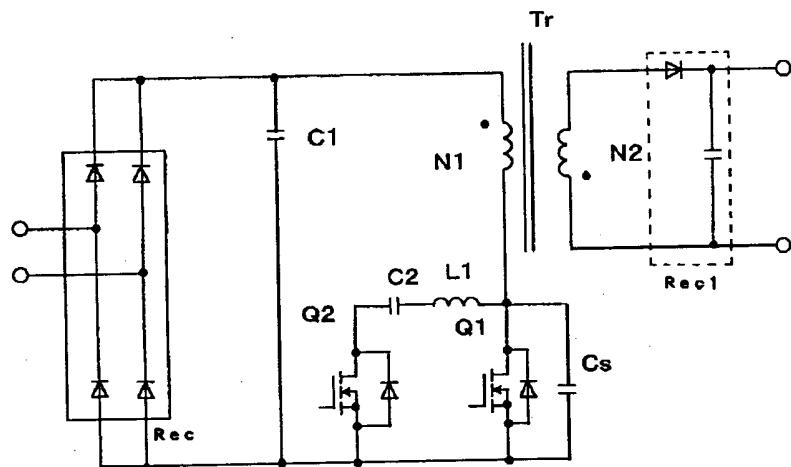
【図18】



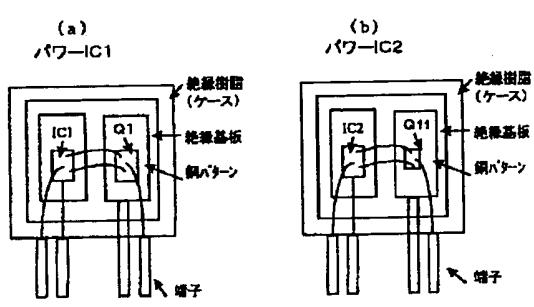
【図12】



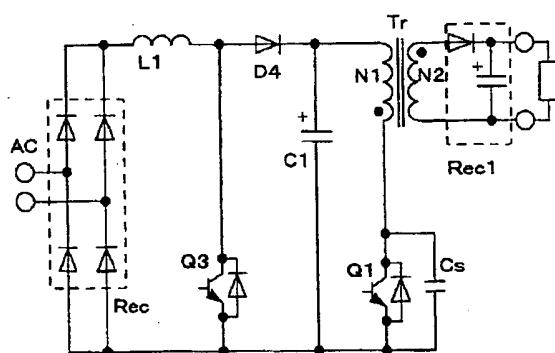
【図13】



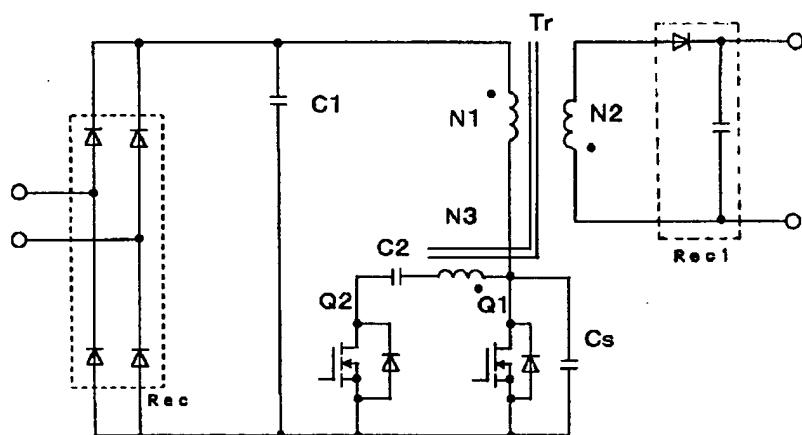
【図16】



【図19】



【図14】



【図15】

